

团 体 标 准

T/SDHTS 00006-2025

花岗岩沥青混合料设计与施工规程

Code of practice for design and construction of
granite asphalt mixture

(编制说明)

此文本仅供个人学习、研究之用，未经授权，禁止复制、发行、汇编、翻译或网络传播等，侵权必究

2025-01-06 发布

2025-03-01 实施

山东公路学会 发布

花岗岩沥青混合料设计与施工规程 编制说明

一、工作概况

（一）任务来源

根据山东公路学会《关于发布第一批山东公路学会标准立项计划的通知》（鲁公学会〔2023〕6号），《花岗岩沥青混合料设计与施工规程》为团体标准制定项目。

（二）任务分工

山东高速工程检测有限公司：负责制定总体技术路线、设计工艺验证、组织协调和项目应用；具体负责编制前言、1 范围、2 规范性引用文件、3 术语和定义、7 施工质量管理与检验。

山东高速工程咨询集团有限公司：负责施工材料生产；具体负责编制 4 原材料、附录 B，审核前言、3 术语和定义、6 生产与施工。

山东高速建设科技有限公司：负责项目应用、施工工艺设计及验证；具体负责编制 5 花岗岩沥青混合料设计、6 生产与施工、附录 A、附录 C。

（三）制定背景

依据山东省交通运输厅《胶东地区花岗岩应用于高速公路沥青路面成套技术研究》课题研究项目，应用花岗岩代替石灰岩与玄武岩用作沥青路面筑路材料，提出了低空隙率、高沥青膜厚度和强粘附性的“三重保护”花岗岩沥青混合料设计理念，为改善花岗岩沥青混合料耐久性提供了新思路；开发了反应型增强复合抗剥落新材料，使花岗岩集料与沥青界面以化学键牢固联结，并在此基础上开发了适用于酸性集料的特种改性沥青，能显著改善花岗岩沥青混合料水稳定性、高低温稳定性等综合使用性能；研发了三级存储计量的智能化供料系统，实现了精准计量、快速输送和不延长混合料干拌时间的目标，保证了沥青混合料的拌和质量，提高了工效。在山东省龙青高速公路工程铺筑花岗岩沥青路面 2 km，通车运营近 4 年，经检测路面各项指标评价等级均为优秀，经受住了胶东地区夏季高温多雨、冬季低温多雪气候的验证，证明该花岗岩沥青路面设计方法是可行的。

（四）编制原则

本规程的制订原则是依据 GB/T 1.1-2020 给出的原则和有关标准、政策法规进行编制的。制订本规程时充分考虑满足我国的技术发展和生产需要，充分体现行业进步和发展趋势，符合国家产业政策，推动行业技术水平提高。标准文本格式、条款主要是根据 GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写规则》进行编制。

1. 协调性原则。充分做好资料调研工作，做好与相关标准、规范的协调、衔接，保证本规程与《公路沥青路面施工技术规范》（JTG F40）、《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》（JTG E20）等相关行业标准相协调。

2. 可操作性原则。结合现有室内试验研究及已完工的实际工程，确保条文明晰、规范，便于工程应用，试验方法内容详细、明确，可操作性强。

3. 成熟性原则。标准编制前进行充分技术论证、试验验证，并在实际工程中加以验证，做到标准制订内容依据充分，理论正确，验证可信，确保技术的成熟性和可靠性。

4. 指标合理性原则。标准中的指标具有明确的针对性、实用性和现实性。

5. 代表性和先进性原则。标准满足道路工程对封层的基本性能要求，同时结合实际工程，确保标准内容切实可行；能够引导封层工程质量的改进、完善，有利于行业的持续进步。

（五）编制工作过程

1. 准备阶段

依托 2018 年立项的山东省交通运输科技计划项目《胶东地区花岗岩应用于高速公路沥青路面成套技术研究》，根据项目提出的花岗岩沥青路面设计方法和试验路验证情况，成立编制组并对已有标准、文献资料、研究成果进一步分析和总结，形成标准草稿，于 2023 年 3 月完成立项。

2. 初稿审查

在充分调研和分析总结的基础上，编制组在草稿的基础上确定标准的各项技术指标，形成初稿，于 2023 年 12 月 19 日组织初稿审查会，审查委员会提出了明确术语定义、原材料部分内容完善、配合比体现花岗岩设计特色等方面的意见。

3. 征求意见

编制组根据初稿审查意见进行修改，形成征求意见稿，于 2024 年 3 月 4 日-4 月 4 日公开征求意见，共收到 10 家单位意见，涉及规程中规范引用格式和顺序、术语应用的严谨性、规程格式等方面共 16 条意见，其中 13 条采纳，3 条因全文格式重新调整不采纳。

4. 送审稿审查

编制组根据征求意见情况进行修改，形成送审稿，于 2024 年 7 月 5 日进行送审稿审查。审查委员会提出了明确标准适用范围、进一步规范花岗岩集料等术语、调整试验指标、完善编制说明等方面的意见。

5. 报批、发布

编制组根据送审稿审查意见，修改完善形成报批稿，2024 年 8 月提交山东公路学会审核，根据审核意见修改完善后发布。

二、主要技术内容及其确定依据

本规程主要技术内容依据《公路沥青路面施工技术规范》（JTG F40-2004）、《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》（JTG E20-2011）、《公路工程集料试验规程》（JTG E42-2005）、《公路工程质量检验评定标准》（JTG F80/1-2017）、《沥青路面用纤维》（JTT 533-2020）、《沥青混合料改性添加剂》（JT/T 860.5-2014）的第 4 部分：抗剥落剂与《岩沥青路用技术要求》（DB37 T 2536-2014）的有关规定，结合课题研究内容与试验路结果确定。

本规程规定了花岗岩沥青混合料的术语和定义、材料要求、混合料设计、试验评价方法、施工、质量控制。具体的技术内容及依据说明如下：

（一）材料要求

1. 抗剥落剂

增添了老化后沥青与集料间的拉拔强度比，浸水马歇尔试验残留稳定度比和拉拔强度比关系（表 1）。

表 1 老化后沥青拉拔强度比确定

试验组	普通沥青混合料		改性沥青混合料	
	浸水马歇尔试验残留稳定度比（%）	老化后沥青拉拔强度比（%）	浸水马歇尔试验残留稳定度比（%）	老化后沥青拉拔强度比（%）
1	70.5	73.4	79.7	81.5
2	76.4	82.1	73.6	86.7
3	81.0	87.3	85.5	90.7
4	87.2	85.6	90.3	93.3
5	92.6	90.2	93.7	95.7

由表 1 可知，当普通沥青混合料和改性沥青混合料的浸水马歇尔试验残留稳定度比达到规范要求 $\geq 80\%$ 和 ≥ 85 时，对应老化后沥青拉拔强度比分别为 86.4%和 90.7，因此确定普通沥青老化后拉拔强度比为 85%，改性沥青老化后拉拔强度比为 90%。

2. 粗集料

根据对山东省内各地区花岗岩物理性能的调查分析，总结了部分地区花岗岩压碎值（见表 2），试

验发现花岗岩集料在混合料碾压过程中易碎，易造成花岗岩集料裸露，影响路面的抗水损害性能，因此规定用作上面层时压碎值不大于 20%，用作中、下面层时压碎值不大于 22%，与现行规范相比，压碎值指标有所提高（JTG F40 中上面层 26%，其他层位 28%）。

表 2 山东部分地区花岗岩压碎值

产地	代表样品	压碎值（%）
烟台		16.0~33.7
济南		15.6~27.8
威海		17.7~28.4
青岛		18.3~26.8
日照		17.2~28.6
临沂		20.7~34.4
淄博		21.7~33.5
济宁		17.9~26.8
泰安		18.8~27.9

3. 岩沥青改性剂

岩沥青改性剂是由岩沥青和其他助剂混合生产而成，且为干法直投使用，因此需要检验其干拌分散性指标。

（二）花岗岩沥青混合料设计

1. 一般规定

岩沥青改性剂中含有灰分和胶结料，对混合料级配产生一定影响，因此填料的掺量需要根据岩沥青改性剂中灰分含量大小进行调整。

2. 配合比设计

花岗岩沥青混合料中岩沥青改性剂掺量应按照试验结果确定，由试验数据（表 3）得出，一般掺量为 0.3%~0.6%。

表 3 不同岩沥青改性剂掺量花岗岩沥青混合料试验结果

岩沥青改性剂掺量/%	技术指标	单位	混合料类型		
			AC-20 70#	AC-20 SBS	SMA-13 SBS
0.0	浸水马歇尔试验残留稳定度比	%	75	81	82
	冻融劈裂试验残留强度比	%	70.4	73	75
	动稳定度	次/mm	1370	4971	5459
	低温弯曲试验破坏应变	μ e	2341	3107	3192
0.2	浸水马歇尔试验残留稳定度比	%	78	84	85
	冻融劈裂试验残留强度比	%	73	80	81
	动稳定度	次/mm	3560	5155	5665
	低温弯曲试验破坏应变	μ e	2244	2807	2942
0.4	浸水马歇尔试验残留稳定度比	%	81	86	88
	冻融劈裂试验残留强度比	%	80	84	87
	动稳定度	次/mm	5521	6186	6571
	低温弯曲试验破坏应变	μ e	2247	2735	2865
0.6	浸水马歇尔试验残留稳定度比	%	86	89	90
	冻融劈裂试验残留强度比	%	83	88	90
	动稳定度	次/mm	6764	7384	8172
	低温弯曲试验破坏应变	μ e	2147	2654	2744.3
0.8	浸水马歇尔试验残留稳定度比	%	89	91	91
	冻融劈裂试验残留强度比	%	85	90	91
	动稳定度	次/mm	8169	9157	9867
	低温弯曲试验破坏应变	μ e	1847	2421	2576

花岗岩沥青混合料的拌和因需添加岩沥青改性剂，建议拌和、成型试件流程为：拌制花岗岩混合料时，将岩沥青改性剂和集料（纤维）拌合均匀，然后依次加入掺有抗剥落剂的沥青（改性沥青）、填料。混合料拌制完毕后放入达到摊铺时温度的烘箱中 2 h。模拟混合料的运输过程，同时验证添加抗剥落剂后混合料的耐老化性能。

花岗岩密级配（AC）沥青混合料配合比设计技术要求应符合本规程表 5 的规定。与现行规范相比，花岗岩沥青混合料的空隙率要求在 3%~6%，在实际施工过程中，现场碾压的压实度达到 98%以上，可以防止水渗入沥青路面，保证沥青路面的抗水损害能力。

3. 性能检测及技术要求

花岗岩沥青混合料应在配合比设计的基础上进行各种路用性能检测，密级配 AC 及 SMA 沥青混合料技术指标应符合本规程表 6 的规定。否则，应更换材料或重新进行配合比设计。与现行规范相比，密级配（AC）普通沥青混合料的动稳定度要求值不低于 1500 次/mm，改性沥青混合料的动稳定度要求值不低于 3000 次/mm。其次，在水稳定性方面，对表征 SMA 沥青混合料水稳定性的浸水马歇尔试验残留强度比和冻融劈裂试验残留强度比的最低值比规范要求提高 5%。沥青混合料在添加岩沥青改性剂后，能对混合料的动稳定度进一步提高，因此，将动稳定度值提高。以 AC-20 混合料和 SMA-13 混合料为例，采用招远和乳山的花岗岩作为集料，添加岩沥青改性剂，AC-20 掺量为 0.6%，SMA-13 掺量 0.4%，抗剥落剂掺量为沥青的 1%，室内试验结果如表 4 所示。

表 4 花岗岩沥青混合料试验结果

花岗岩编号	混合料类型	浸水马歇尔试验残留稳定度比/%	冻融劈裂试验残留强度比/%	动稳定度/（次/mm）
样品 1	AC-20-70#	88	85	6807
	AC-20-SBS	93	90	7435
	SMA-13-SBS	94	91	8215
样品 2	AC-20-70#	87	84	6834
	AC-20-SBS	92	88	7401
	SMA-13-SBS	95	90	8234

花岗岩沥青混合料的长期耐久性采用汉堡车辙试验进行验证。相比于现行标准，增添了花岗岩沥青混合料的长期耐久性试验方法与技术要求。一是对混合料出现剥落拐点的碾压次数提出要求，二是对其最大碾压次数和碾压深度进行限定。同样的，以 AC-20 混合料和 SMA-13 混合料为例，采用招远和乳山的花岗岩作为集料，添加岩沥青改性剂，AC-20 掺量为 0.6%，SMA-13 掺量 0.4%，抗剥落剂掺量为沥青的 1%，采用旋转压实，成型汉堡车辙试件，空隙率在 4%~6%，室内试验结果见表 5。

表 5 花岗岩沥青混合料汉堡车辙试验结果

集料地点	混合料类型	试验温度/℃	剥落点	最大车辙深度/mm
样品 1	AC-20-70#	50	>10000	10.8
	AC-20-SBS	60	>10000	8.6
	SMA-13-SBS	60	>10000	7.9
样品 2	AC-20-70#	50	>10000	10.3
	AC-20-SBS	60	>10000	8.4
	SMA-13-SBS	60	>10000	8.2

（三）生产与施工

1. 花岗岩沥青混合料生产

山东省内拌和站基本上均采用间歇式拌和机械，因此本规程建议生产时宜采用间歇式拌合机械拌制。

花岗岩沥青混合料拌和过程中岩沥青改性剂的添加方式可根据实际工程量选择，若工程量较小，采用人工投放的方式；若工程量较大，采用专用配套设备自动添加的方式。

花岗岩沥青混合料的施工温度根据室内试验确定。以 AC-20 混合料和 SMA-13 混合料为例，采用招远和乳山的花岗岩作为集料，添加岩沥青改性剂，AC-20 掺量为 0.6%，SMA-13 掺量 0.4%，抗剥落剂掺量为沥青的 1%。

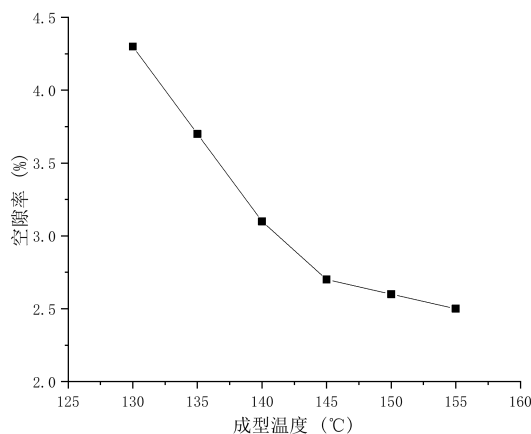


图 1 普通沥青混合料成型温度与空隙率关系曲线

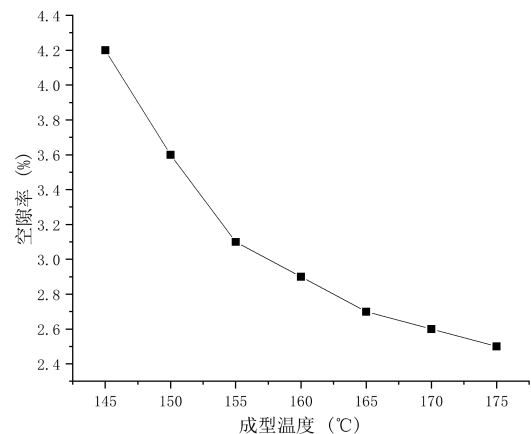


图 2 SBS 改性沥青混合料成型温度与空隙率关系曲线

沥青混合料加入岩沥青改性剂后沥青粘度增大，混合料的施工和易性变差，而提高施工温度能够改善混合料施工的和易性，降低沥青路面压实的空隙率。根据试验结果（图 1、图 2）看出，提高普通沥青混合料出料和施工温度 5 °C 就可以达到设计压实要求；由于 SBS 改性沥青混合料出料和施工温度较高，岩沥青对沥青粘度影响较小，因此出料和压实温度与公路沥青路面施工技术规范相同。

三、技术经济论证

本规程提出了花岗岩沥青混合料的设计与施工方法，用花岗岩集料代替石灰岩和玄武岩集料，从混合料的材料和设计两个方面解决因花岗岩集料与沥青粘附性差导致的混合料水稳定性能差的问题，经试验，按照本规程的方法进行设计、施工的花岗岩沥青混合料水稳定性能够满足规范技术要求，打破酸性集料不能应用于沥青混合料的壁垒。此外，花岗岩母材成本更低，生产出的花岗岩集料价格较石灰岩集料和玄武岩集料优势明显，能够大幅度降低工程施工成本，同时也缓解石灰岩集料和玄武岩集料短缺与工程需求大的矛盾，增大工程在集料方面的可选范围。

（一）经济效益

经调研，花岗岩成品价格在 80 元/吨-100 元/吨，按照 100 元/吨价格计算，石灰岩集料到场价格大概 120 元/吨，玄武岩集料到场价格为 220 元/吨，按照高速公路双向 6 车道路面结构层 4 cm(SMA-13)+6 cm(AC-20)+8 cm(AC-25) 计算，结构层全部使用花岗岩集料和石粉，每公里路面大概需要使用 1300 吨玄武岩和 4800 吨石灰岩，因此，在集料方面每公里路面可以节省 25.2 万元，全面推广后可为工程节约大量的成本。

（二）社会效益

花岗岩的利用可以带动当地集料生产、加工产业发展，形成加工、销售、运输产业链，增加当地人员就业，对改善民生、推动经济发展、促进社会和谐进步具有重要的社会效益。

（三）生态效益

花岗岩因其与沥青粘附性原因难以应用到道路面层中，传统的解决方式大多采用回填、堆放或其他低附加值方式，浪费不可再生资源。如若解决花岗岩粘附性问题，将其应用到路面结构层，不仅解决尾矿的处理问题，还缓解工程集料原材短缺与工程需求急剧增加的矛盾，同时，使用花岗岩代替玄武岩和石灰岩，减少不可再生资源的开采，降低环境污染、保证矿山安全生产、实现资源高价值利用具有重要的作用，具有重要的环境效益。

四、与国家标准、行业标准、地方标准同类标准技术内容的对比情况

与本规程内容密切相关的行标有《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》(JTG E20)、《公路沥青路面施工技术规范》(JTG F40)、《公路工程集料试验规程》(JTG E42)、沥青混合料改性添加剂(JT/T 860.5)，本规程内容与上述标准均无冲突。

没有与本规程密切相关的国家标准。

五、与有关法律、行政法规及相关标准的关系

与本规程密切相关的法律及政策文件有《交通运输部关于印发《绿色交通“十四五”发展规划》的通知》（交规划发〔2021〕104号）、《山东省人民政府关于印发山东省“十四五”综合交通运输发展规划的通知》（鲁政字〔2021〕127号）、《山东省交通运输厅关于印发山东省交通运输科技创新“十四五”发展规划的通知》（鲁交发〔2021〕9号）、《山东省交通运输厅关于印发山东省交通运输节能环保“十四五”发展规划的通知》（鲁交发〔2021〕8号）等。本规程符合上述法律及政策文件的要求。

六、采用国际标准和国外先进标准情况，与国际、国外同类标准水平的对比情况

本规程未采用国际标准和国外标准。

七、标准涉及专利情况

无。

八、重大分歧意见的处理经过和依据

本规程在编制过程中无重大分歧意见。

九、其他应予说明的事项

无

